

# **INSTALACIONES DE CROMADO Y ANODIZACION**

## **MANUAL DE AUTO-INSPECCION**

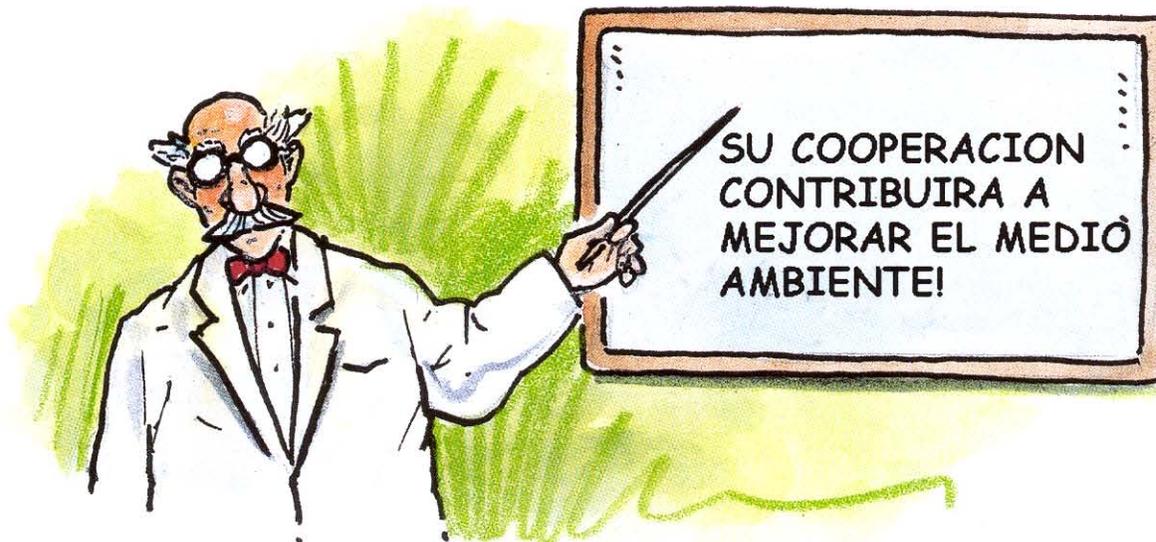
**Para trabajadores en Instalaciones  
De Cromado y Anodización con  
Acido Crómico**

Cal/EPA  
Agencia de Recursos Atmosféricos  
División de Establecimientos  
Programa de Asistencia para el Cumplimiento de la ley

En cooperación con los Distritos locales de  
Control de Contaminación Atmosférica



# **ASISTENCIA PARA EL CUMPLIMIENTO...**



## **SU COOPERACION CONTRIBUIRA A MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE!**

- ◆ **REDUCIR LA CONTAMINACION ATMOSFERICA**
- ◆ **MEJORAR LAS CONDICIONES DE TRABAJO**
- ◆ **MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE**

La contaminación atmosférica incrementa los costos del cuidado de la salud, de los inmuebles y de la vegetación. Las agencias de control de contaminación atmosférica de California han identificado a las instalaciones de cromado y anodización como una de las muchas empresas que contribuyen a la contaminación atmosférica. El propósito de este manual es explicar por que es necesario controlar las emisiones provenientes del cromado y cómo controlarlas. Este manual incluye una breve discusión de los límites de emisión y algunos de los requisitos de mantenimiento y rendición de informes para instalaciones de cromado. Es nuestra intención que esta información sea de asistencia a propietarios, supervisores y dirigentes ambientales brindándoles un entendimiento de las leyes y sus requisitos de contaminación atmosférica. El cumplimiento de la ley reducirá la contaminación atmosférica y mejorará las condiciones de trabajo y el medio ambiente. **Su cooperación contribuirá a mejorar el medio ambiente!**

## PROCESO

**Cromar** es el electro-depósito de cromo metálico sobre una pieza. Las piezas son sumergidas en una solución acuosa caliente que contiene iones de cromo a través de los cuales una corriente eléctrica directa fluye entre un ánodo (electrodo positivo) y un cátodo (electrodo negativo). La pieza se convierte en el cátodo (celda cargada) en una solución de galvanización. La alta corriente eléctrica ocasiona que las moléculas de agua en la solución de cromo se separen en iones de hidrógeno y oxígeno. A medida que los gases emergen de la solución, se crean burbujas en la superficie del tanque. Estas burbujas ocasionan que una nube de ácido crómico ( $\text{CrO}_3$ ) se forme en la superficie del tanque.

Hay dos tipos de cromado: decorativo y duro. **La galvanplastia de cromo decorativo** aplica una capa delgada de cromo a las piezas para proporcionar un acabado protector y decorativo, como en grifos, rines automotrices y parachoques. Se utiliza menos cromo para galvanplastia de cromo decorativo que para la de cromo endurecido. El tiempo de cromado varía entre 30 segundos y 5 minutos.

**La galvanplastia de cromo endurecido** aplica una capa más gruesa de cromo para así obtener una cobertura más durable en la pieza. Es utilizado para aplicar una capa gruesa de cromo a substratos metálicos tales como partes automotrices, maquinaria industrial, y herramientas a fin de proporcionar mayor protección contra la corrosión y el desgaste. El tiempo de galvanplastia de cromo endurecido varía entre los 20 minutos y 36 horas.

**La anodización con ácido crómico** es un proceso electroquímico de conversión que crea una superficie resistente al desgaste y a la corrosión en objetos metálicos, más no tiene como resultado una capa metálica de cromo, pero ambas, la anodización y el cromado, generan una nube de ácido crómico.

## POR QUÉ CONTROLAR LAS EMISIONES?

**El ácido crómico contiene cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ )**, el cual es un contaminante atmosférico tóxico. Esto quiere decir que es un contaminante atmosférico que puede causar o contribuir al incremento de muertes o enfermedades serias, o representar un peligro inmediato y potencial para la salud humana. El cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ) también puede ser utilizado para galvanplastia de cromo decorativo, pero, la mayoría de las instalaciones de anodización utilizan  $\text{Cr}^{+6}$ . Aunque  $\text{Cr}^{+3}$  tiene una toxicidad menor a la del  $\text{Cr}^{+6}$ , ambos son materiales peligrosos. Nubes de ácido crómico ó  $\text{Cr}^{+6}$  transportadas en el aire pueden ser inhaladas ó entrar en contacto con la piel. Por lo tanto, es importante que estas nubes sean controladas. Es importante saber que mientras más ineficiente sea la operación de cromado, mayor será la nube de ácido generada.

El cromo hexavalente es la forma más tóxica del cromo y es un cancerígeno humano conocido. El cromo hexavalente puede penetrar el cuerpo cuando las personas inhalan el aire, ingieren alimentos ó beben agua que lo contenga. También se le puede encontrar en el polvo o en la superficie terrestre y puede ser ingerido ó inhalado. Existe un amplio rango de efectos para la salud causados por la exposición al  $\text{Cr}^{+6}$ . Efectos a largo plazo (crónicos) de la inhalación de altas concentraciones puede causar flujo nasal, estornudos, erupciones cutáneas, hemorragia nasal, úlceras, perforaciones del tabique nasal, y cáncer pulmonar. Efectos a corto plazo (graves) pueden causar daños renales, irritación del tubo gastrointestinal, úlceras estomacales, y convulsiones.

## **PROTÉJASE!!!**

La anodización es una operación química que utiliza agua. Salpicaduras de los tanques de anodización ó enjuagado, y los derrames de la solución de anodización pueden entrar en contacto con la piel o con la ropa, creando así un fuerte potencial de riesgos para la salud.

**Asegúrese de vigilar la deterioración de sistemas eléctricos en ambientes corrosivos y húmedos.**

### **EVITE**

**SALPICADURAS      CHARCOS      DERRAMES**

**CHISPAS Ó LLAMA**

### **UTILICE**

**LENTES DE SEGURIDAD Y ROPA PROTECTORA**



## SUPRESORES DE VAPOR Y EQUIPOS DE CONTROL

Los compuestos de cromo hexavalente pueden ser transportados en el aire en forma de partículas finas de polvo, las cuales eventualmente se depositan sobre la superficie terrestre y el agua. Los supresores de vapor y equipos de control son necesarios para limitar las emisiones de estas partículas.

### SUPRESORES DE VAPOR

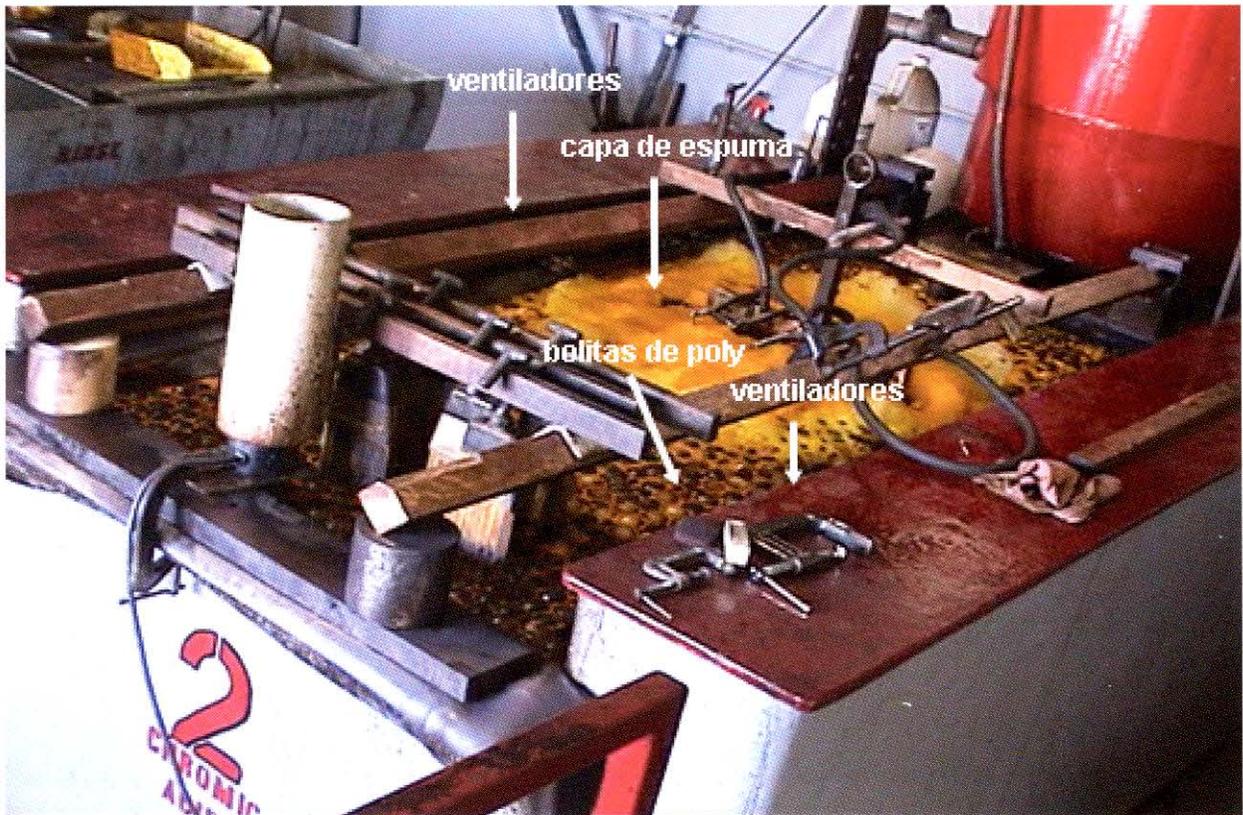
**Los supresores de vapores químicos son sustancias químicas que reducen ó suprimen los vapores ó nubes en la superficie de los tanques de cromado ó de anodización.** Supresores de vapores químicos que contienen agentes de mojado reducen la tensión en la superficie del tanque de galvanización, reduciendo de esta manera la emisión de nubes de ácido crómico del tanque. Con  $\text{Cr}^{+6}$ , el supresor de vapores se agrega por separado al tanque de galvanización.

Algunos supresores de vapores pueden también reducir las emisiones por medio de la creación de una cobertura de espuma sobre la solución de galvanización. La cobertura de espuma proporciona un control efectivo si se mantiene el espesor adecuado. Éstas retrasan la liberación del hidrógeno de la superficie del tanque de galvanización. Éste proceso puede crear un riesgo de explosión debido a la concentración de hidrógeno en forma gaseosa dentro del tanque. Es importante asegurarse de tomar precauciones para prevenir cualquier tipo de ignición (chispa o llama) alrededor de la cobertura de espuma o de la superficie del tanque. El riesgo de explosión es mayor con el uso de la cobertura de espuma que con los agentes de mojado.

**Supresores mecánicos de vapores reducen los vapores o nubes en la superficie de los tanques de cromado o anodización por medio de contacto directo con la superficie del tanque.** Las bolitas de poly y los tubos de polipropileno son supresores mecánicos de vapores que flotan en la superficie de una solución de galvanización para controlar los vapores.

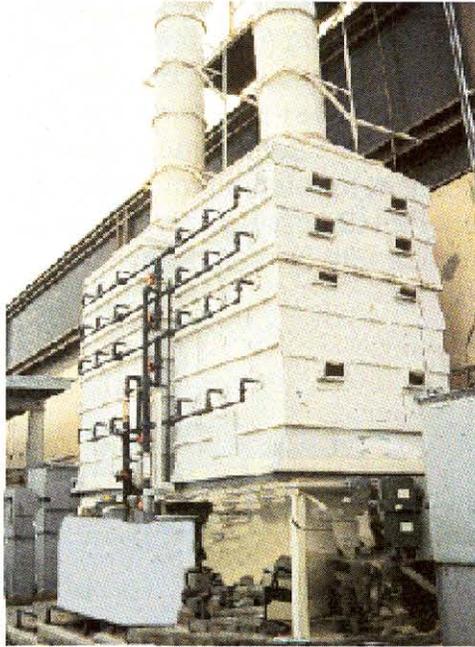
## EQUIPOS DE CONTROL

Los Controles Adicionales son un equipo de control de contaminación atmosférica instalado en el sistema de ventilación de los tanques de cromado y anodización para recolectar y contener las emisiones de cromo. Los tanques de galvanización con controles adicionales que tienen un sistema de ventilación forzada diseñado para remover las nubes de ácido crómico. Las campanas de extracción ó ventilaciones estan comúnmente situadas a lo largo de los lados de la superficie del tanque. Las campanas de extracción aspiran el aire de la superficie del tanque hacia los control(es) adicionado(s). Para que las campanas de extracción u otros sistemas de ventilación del tanque trabajen eficientemente, deberán ser diseñados apropiadamente y recibir el mantenimiento adecuado. Las corrientes de aire provenientes de ventanas y/o puertas abiertas, y ventiladores de piso deberán ser reducidas puesto que pueden limitar la habilidad de las campanas de extracción para aspirar la nube de ácido crómico.



Dispositivos de control adicionales, como los depuradores de fondo empacado (PBS, por sus siglas en Inglés), los sistemas de almohadillas de malla compuesta (CMP, por sus siglas en Inglés), los sistemas PBS/ CMP, los eliminadores de vapores con fondo de fibra, y los filtros de arresto de partículas de alta eficiencia (HEPA, por sus siglas en Inglés), controlan las emisiones de cromo una vez que han sido recolectadas en un ducto y transportadas al dispositivo de control. Algunos de estos dispositivos de control se ilustran a continuación:

### Eliminador de Vapores con Fondo de Fibra



Almohadilla de malla compuesta (CMP)



Filtro HEPA

Durante la operación del tanque, el equipo de control es monitoreado muy de cerca y debe cumplir con los requisitos específicos de emisiones y mantenimiento. La disminución de presión en todas las unidades y los ductos del equipo de control deberán ser monitoreados diariamente.

Toda planta con un dispositivo de control adicional deberá preparar un plan de operación y mantenimiento (O&M) específico para su operación. Este plan de O&M deberá estar disponible para inspección si así es solicitado y deberá ser modificado tan pronto como sea necesario para minimizar malfuncionamientos.

La tabla a continuación resume los requisitos de inspección y mantenimiento:

### CALENDARIO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Técnica/Equipo de Control	Requisitos de Inspección y Mantenimiento	Frecuencia
Bolitas de poly Tubos de poliestireno	Examinar visualmente el tanque y asegurarse que la cobertura sea consistente con la cobertura observada durante el ensayo de valoración.	Diario
Cobertura de Espuma	El espesor de la espuma será mantenido de acuerdo a los requisitos establecidos durante el ensayo de valoración.	Medido cada hora por 15 días y posteriormente una vez al día mientras permanezca consistente con el espesor requerido.
Supresor químico de vapores con agentes de mojado.	Tensión de la superficie $\leq 45$ dinas por centímetro.	Una vez a la semana.
*PBS, CMP, PBS/CMP, Supresor de vapores con fondo de fibra	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Examinar visualmente que el drenaje sea adecuado.</li> <li>2. Revisar si hay una acumulación inusual de ácido crómico.</li> <li>3. Revisar si hay fugas en el ducto, malla o fibra.</li> <li>4. Lavar fibras de malla compuesta y elementos de fibra.</li> <li>5. Examinar visualmente el reverso de la navaja del eliminador de bruma para ver si contiene bruma de ácido crómico.</li> <li>6. Agregar agua fresca al fondo empacado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trimestralmente</li> <li>2. Trimestralmente</li> <li>3. Trimestralmente</li> <li>4. De acuerdo a las instrucciones del fabricante</li> <li>5. Trimestralmente</li> <li>6. Cuando sea necesario</li> </ol>
Filtro HEPA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buscar cambios en la disminución de presión.</li> <li>2. Reemplazar filtro HEPA.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una vez a la semana</li> <li>2. De acuerdo a los requisitos del fabricante ó de los permisos</li> </ol>

**\*Los requisitos de Inspección y Mantenimiento deberán realizarse por separado para cada técnica/equipo de control**

## CALENDARIO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO (Cont.)

Técnica/Equipo de Control	Requisitos de Inspección y Mantenimiento	Frecuencia
Cubiertas del tanque de galvanplastia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drenar válvulas de entrada de aire (purgar el aire).</li> <li>2. Examinar visualmente sellos y membranas de las puertas de acceso.</li> <li>3. Drenar la unidad de evacuación directamente al tanque de galvanplastia.</li> <li>4. Examinar visualmente las membranas por si hay perforaciones.</li> <li>5. Examinar visualmente si las abrazaderas están operando adecuadamente.</li> <li>6. Limpiar ó reemplazar los filtros de la unidad de evacuación.</li> <li>7. Examinar visualmente que las líneas estén conectadas a la unidad de evacuación.</li> <li>8. Reemplazar los empaques de la puerta de acceso, los filtros de la unidad de evacuación de membrana, y purgar las válvulas de inspección de admisión de aire.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diariamente (cuando el tanque se encuentra en operación).</li> <li>2. Una vez a la semana.</li> <li>3. Una vez a la semana.</li> <li>4. Una vez al mes.</li> <li>5. Una vez al mes.</li> <li>6. Una vez al mes.</li> <li>7. Trimestralmente.</li> <li>8. De acuerdo a las instrucciones del fabricante.</li> </ol>

## ESTANDARES DE EMISION

Los estándares de emisión para instalaciones de cromado y anodización están enumerados en la Sección (c) de la **Medida de Control Tóxico de Cromo Hexavalente transportado en el Aire (ATCM, por sus siglas en Inglés) para Instalaciones de Cromado y Anodización por Acido Crómico (ARB 1998)**.

**Todas las instalaciones de Galvanplastia de cromo endurecido**, ya sean existentes nuevas ó modificadas, deberán controlar las emisiones de cromo hexavalente que descargan a la atmósfera. Deben utilizar dispositivos de control de contaminación atmosférica adicionales para así reducir las emisiones. No siempre los estándares de emisión enumerados en la ATCM son aplicables a las instalaciones pequeñas de galvanplastia de cromo que utilizan una cantidad no mayor a 500,000 amperio-horas por año ( $\leq 500,000$  amp-hr/año) y que han estado en operación hasta ó antes del 16 de Diciembre de 1993. El distrito atmosférico o agencia competente podrá aprobar, dependiendo del caso en particular, estándares alternos para estas instalaciones. Como mínimo, la instalación deberá usar un supresor de vapores químicos el cual contenga un agente de mojado para reducir la tensión de la superficie del tanque de galvanplastia a por lo menos 45 dinas por centímetro.

Los estándares de emisión para galvanplastia de cromo endurecido se muestran en las siguientes tablas:

**Instalaciones de Cromado Duro (hasta el 16/12/93)**

Galvanplastia de cromo endurecido		Requisito		
Tamaño de Planta	Emisiones Controladas <sup>1</sup> (lb/año)	≤60 millones de amp-hr <sup>2</sup>	>60 millones de amp-hr <sup>2</sup>	
			Opción 1	Opción 2 <sup>3</sup>
Grande	≥10 lbs/año	≤0.006 mg/amp-hr	≤0.006 mg/amp-hr	≤0.006 mg/amp-hr
Mediana	<10 lbs/año pero >2 lbs/año	≤0.03 mg/ amp-hr	≤0.006 mg/amp-hr	≤0.03 mg/ amp-hr y 0.015 mg/dscm
Pequeña	≤2 lbs/año	≤0.15 mg/ amp-hr	≤0.03 mg/amp-hr	≤0.15mg/ amp-hr y 0.015 mg/dscm

**Instalaciones de Galvanplastia de cromo endurecido  
(Instalaciones nuevas/modificadas después del 16/12/93)**

Galvanplastia de cromo endurecido		Requisito	
Tamaño de Planta	Emisiones Controladas <sup>1</sup> (lb/año)	≤60 millones de amp-hr <sup>2</sup>	>60 millones de amp-hr <sup>2</sup>
<b>Grande</b>	≥10 lbs/año	≤0.006 mg/ amp-hr	≤0.006 mg/amp-hr
<b>Mediana/Pequeña</b>	< 10 lbs/año	≤0.03 mg/ amp-hr	≤0.006 mg/ amp-hr

<sup>1</sup> Emisiones combinadas de cromo hexavalente o emisiones totales de instalaciones de galvanplastia de cromo endurecido

<sup>2</sup> Potencial acumulativo de capacidad máxima del rectificador o límite de uso

<sup>3</sup> "Opción 2" es otra alternativa del límite de emisiones para plantas pequeñas y medianas que elijan demostrar cumplimiento con un requisito de mg/amp-hr y mg/dscm.

**Todas las instalaciones de Cromo Decorativo**, ya sean existentes nuevas o modificadas, deberán controlar las emisiones de cromo hexavalente que descargan a la atmósfera. Pruebas de emisiones de la instalación deberán ser llevadas a cabo a fin de determinar las tasas de emisión cuando controles adicionales o supresores de vapores, mecánicos o químicos, son utilizados para demostrar cumplimiento con un estándar menor o igual a 0.01 miligramos por metro cúbico de aire ( metro cubico de aire medido a una temperatura de 0 grados centigrados y a una presion de 1 bar) ( $\leq 0.01$  mg/dscm). Los establecimientos que utilicen supresores químicos de vapores que contengan agentes de mojado deberán reducir la tensión de la superficie del tanque de galvanplastia a por lo menos 45 dinas por centímetros ( $\leq 45$  dinas/cm).

**Los estándares de Emisión para plantas de galvanplastia de cromo decorativo y anodización se muestran en la siguiente tabla** (La tabla también incluye estándares de emisión para tanques de galvanplastia de cromo decorativo que utilizan un baño de cromo trivalente):

**Plantas de Galvanplastia de cromo decorativo y Anodización con Acido de cromo**

<b>Método de Cumplimiento</b>	<b>Requisito</b>
Equipo de control de contaminación atmosférica añadido ó supresores químicos de vapores ó supresores mecánicos de vapores (p.e. esferas de poliestireno)	* $\leq 0.01$ miligramos por metro cúbico de aire (mg/dscm) ( $4.4 \times 10^{-6}$ gr/dscf) (metro cúbico de aire medido a una temperatura de 0 grados centígrados y a una presión de 1 bar)
Supresores químicos de vapores que contengan agentes de mojado	** $\leq 45$ dinas por centímetro (dinas/cm) ( $3 \times 10^{-3}$ libras-fuerza por pie [lbF/ft])

\* Mismo Requisito para Baños de Cromo Trivalente

\*\* Para baño de cromo trivalente: Utilice el agente de mojado como ingrediente del tanque y cumpla con las disposiciones de registro y reporte del ATCM para Cromo Hexavalente en Instalaciones de Cromado y Anodización con Acido Crómico.

**REDUZCA LAS EMISIONES**

**“CUMPLA CON LA LEY”**



## MONITOREO DE PARAMETROS

Los siguientes indicadores y medidores deberán recibir mantenimiento y ser monitoreados por los operadores del establecimiento:



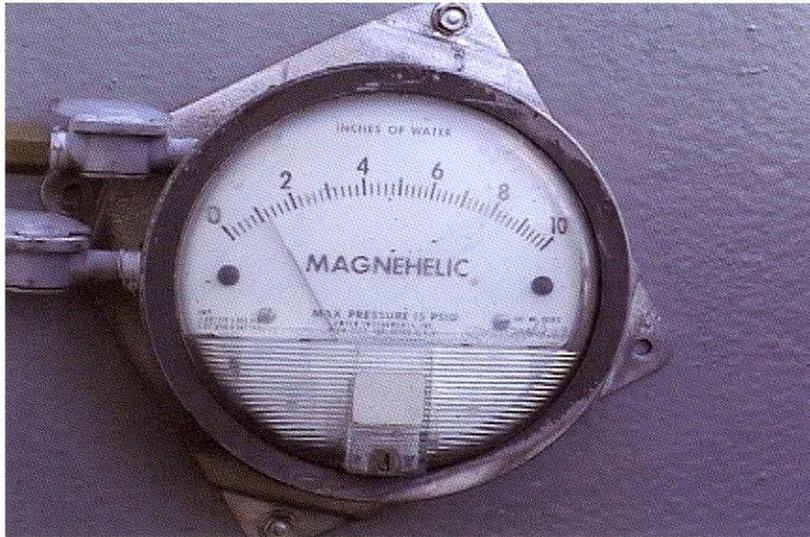
**TOTALIZADOR**

Un totalizador mide la cantidad total de corriente eléctrica (amperios) aplicada a un tanque de galvanoplastia durante un periodo de tiempo (horas), expresada en amperio por horas (amp-hrs).



**ESTALAGMÓMETRO**

El estalagmómetro es comunmente utilizado para medir la tensión de la superficie del tanque crómico, expresada en dinas por centímetro (dinas/cm).



**INDICADOR MAGNEHELICO**

Un indicador magnehélico es utilizado para medir la disminución de presión a través del filtro, expresada en pulgadas de agua. Manómetros y tubos de estática Pitot también pueden ser utilizados para medir la disminución de presión.

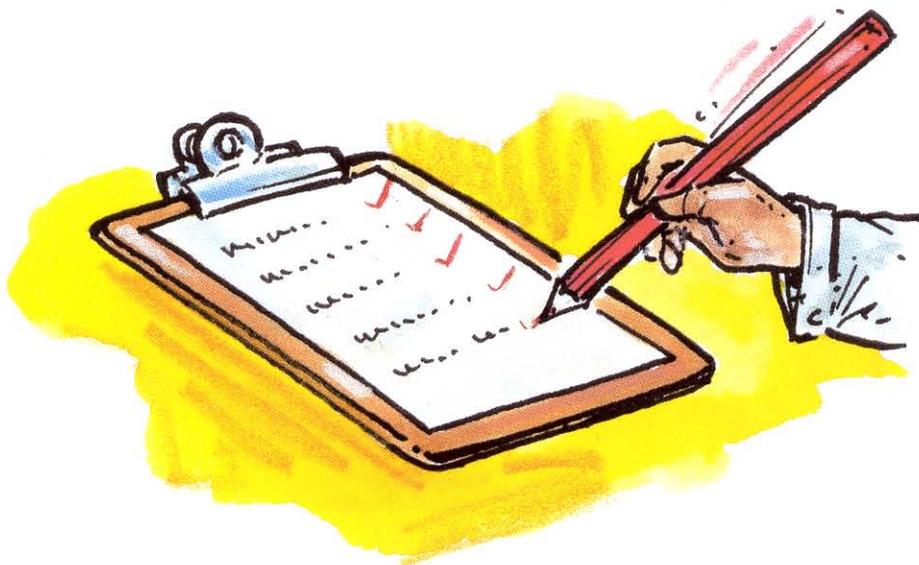
### **No Se Olvide de los Requisitos de Monitoreo!!!**

<b>Medidor/Indicador</b>	<b>Medidas</b>	<b>Requisitos de Monitoreo</b>
*Totalizador	Cantidad total de corriente eléctrica en amperio-horas.	Medidor de amperio-horas con registro continuo, no re-ajutable, con un medidor diferente conectado a cada rectificador.
*Estalagmómetro/ tensiómetro	Tensión de la Superficie en dinas por centímetro.	Medido diariamente por 20 días de operación, y semanalmente de ahí en adelante si no han habido violaciones.
*Indicador Magnehólico Manómetro Tubo de estática Pitot	Disminución de presión medida en pulgadas de agua (deberá ser monitoreado continuamente en los dispositivos de control adicionales).	Debe estar claramente visible. La diferencia de presión deberá ser mantenida entre $\pm$ una pulgada de agua del **VEV para comprobar cumplimiento con los límites de emisión para PBS, CMP, PBS/CMP, y supresor de vapores con fondo de fibra, y entre $\frac{1}{2}$ a +2 veces las pulgadas de agua del VEV para demostrar cumplimiento con los límites de emisión para filtros HEPA.

\*Todos los medidores e indicadores deberán recibir mantenimiento e inspección de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Las especificaciones deberán estar disponibles en el lugar de trabajo a menos que un laboratorio externo esté llevando a cabo las pruebas.

\*\*VEV= Valor de la Ensayo de valoración.

## RECUERDE MANTENER REGISTROS CORRECTOS



### ARCHIVO DE REGISTROS

**Los Registros de inspección deberán ser archivados para:** Dispositivos de control adicionales, supresores químicos ó mecánicos de vapores, pruebas de desempeño, datos de monitoreo, malfuncionamientos, excedencias de los límites de emisiones, tamaño demostrativo del establecimiento, supresores de vapor adicionados, componentes del tanque trivalente, e información del establecimiento nuevos y/o modificados. Los registros se deberán mantener por cinco años. Los registros de los últimos dos años deberán permanecer dentro del establecimiento.

**Verifique, con su distrito atmosférico local, los requisitos y formatos requeridos para el archivo de registros!**

### **No Se Olvide de los Reportes!!!!**

1. *Pruebas de Desempeño* ✓
2. *Reporte de Cumplimiento Inicial* ✓
3. *Reportes de Cumplimiento Continuo* ✓
4. *Reportes de Malfuncionamientos* ✓
5. *Reportes Asociados con Tanques de Cromo Trivalente* ✓
6. *Ajustes al Horario de entrega y al formato de Reportes* ✓

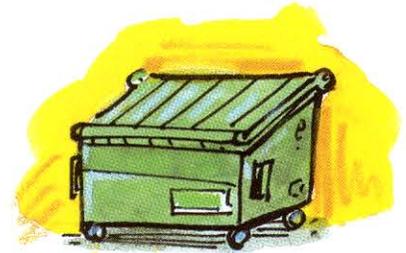
**ATENCIÓN: LA CONTAMINACIÓN AFECTA EL AIRE, EL AGUA Y LOS DESECHOS TOXICOS:**



**Aire**



**Aqua**



**Desechos Toxicos**

Las inspecciones deben ser coordinadas con la participación de inspectores de diferentes agencias ambientales y así asegurarse de:



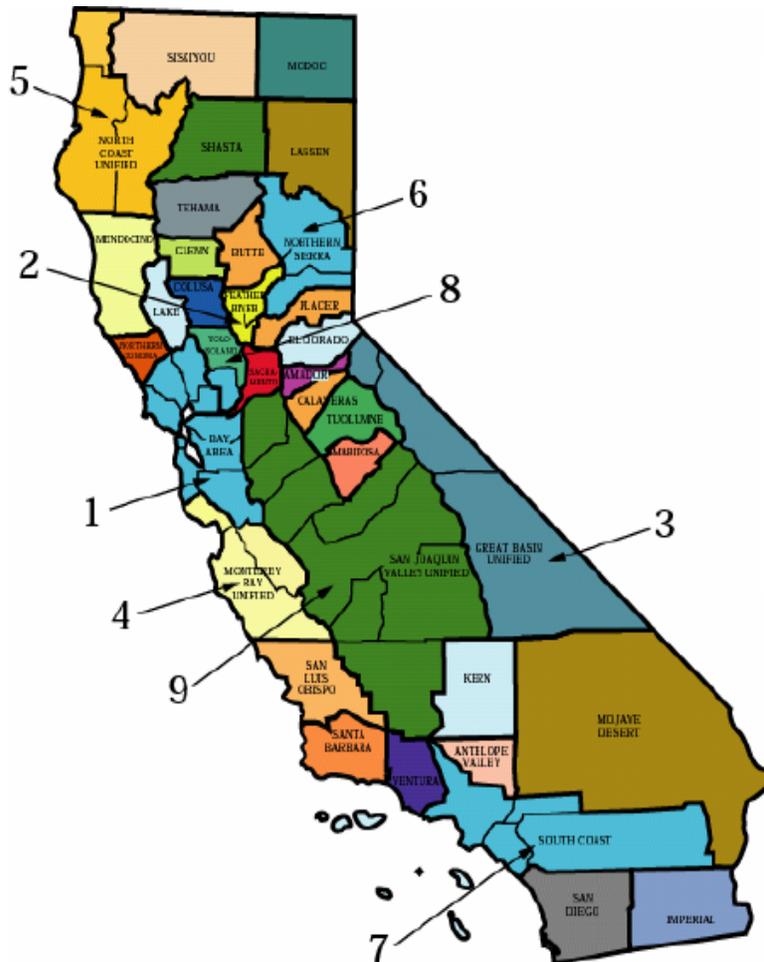
**NOTAS:**

**NOTAS:**

# ¿Necesita Mas Información?

Air Resources Board (800) 952-5588

Distrito: \_\_\_\_\_



## Distritos con Condados Múltiples

- 1 - Bay Area (415) 749-5000
- 2 - Feather River (530) 634-7659
- 3 - Great Basin (760) 872-8211
- 4 - Monterey Bay (831) 647-9411
- 5 - North Coast (707) 443-3093
- 6 - Northern Sierra (530) 274-9360
- 7 - South Coast (909) 396-2000
- 8 - Yolo-Solano (530) 757-3650
- 9 - San Joaquin Valley (559) 230-6000

## Distritos con Condado del APC

Amador (209) 257-0112	Lake (707) 263-7000	San Diego (858) 650-4700
Antelope Valley (661) 723-8070	Lassen (530) 251-8110	San Luis Obispo (805) 781-4247
Butte (530) 891-2882	Mariposa (209) 966-2220	Santa Barbara (805) 961-8800
Calaveras (209) 754-6504	Mendocino (707) 463-4354	Shasta (530) 225-5789
Colusa (530) 458-0590	Modoc (530) 233-6419	Siskiyou (530) 841-4029
El Dorado (530) 621-6662	Mojave Desert (760) 245-1661	Tehama (530) 527-3717
Glenn (530) 934-6500	No. Sonoma (707) 433-5911	Tuolumne (209) 533-5693
Imperial (760) 482-4606	Placer (530) 889-7130	Ventura (805) 645-1400
Kern (661) 862-5250	Sacramento (916) 874-4800	

02-034

COPYRIGHT © California Air Resources Board  
PO Box 2815, Sacramento, CA 95812

<http://www.arb.ca.gov>

<http://www.arb.ca.gov/training/training.htm>

California Environmental Protection Agency

 Air Resources Board